

PCT/JP.2004/013711

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

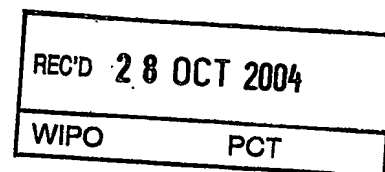
14.09.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

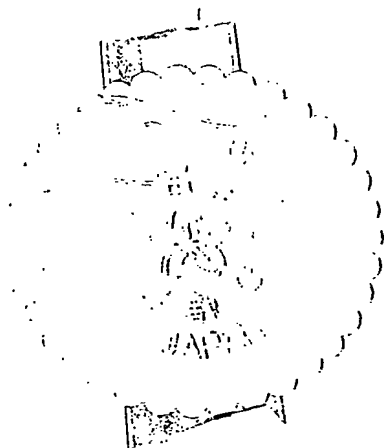
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 9月25日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-332625
[ST. 10/C]: [JP2003-332625]



出 願 人
Applicant(s): 日本精工株式会社
NSKステアリングシステムズ株式会社

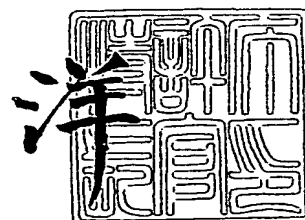


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年10月15日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 NSK0348
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G01B 21/22
【発明者】
 【住所又は居所】 群馬県前橋市鳥羽町 7 8 番地 N S K ステアリングシステムズ株式
 式会社内
 【氏名】 原 雄志
【特許出願人】
 【識別番号】 000004204
 【氏名又は名称】 日本精工株式会社
【特許出願人】
 【識別番号】 302066629
 【氏名又は名称】 N S K ステアリングシステムズ株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100078776
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 安形 雄三
【選任した代理人】
 【識別番号】 100114269
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 五十嵐 貞喜
【選任した代理人】
 【識別番号】 100093090
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 北野 進
【選任した代理人】
 【識別番号】 100119194
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 石井 明夫
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 010836
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

4輪それぞれに車輪回転速度センサを具備し、前記各車輪回転速度センサからの車輪回転速度に基づいて車両の操舵角を推定する車両用操舵角推定装置において、前後左右2輪ずつの車輪回転速度の関係を比較することによって、前記4輪のスリップを検知することを特徴とする車両用操舵角推定装置。

【請求項 2】

前後左右2輪ずつの組み合わせのうち、2組の一致を確認することで前記4輪のうち1輪がスリップしていても当該車輪を特定し、正しい操舵角を推定できるようになっている請求項1に記載の車両用操舵角推定装置。

【請求項 3】

請求項1又は2に記載の車両用操舵角推定装置を内蔵したことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】車両用操舵角推定装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の車輪回転速度を用いて車両の操舵角を推定する車両用操舵角推定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の車両用操舵角推定装置としては、例えば特許第2614348号（特許文献1）に開示されたものがあり、ハンドル操舵角を検出する操舵角検出センサと、左車輪速を検出する左車輪速センサと、右車輪速を検出する右車輪速センサと、前記左車輪速センサによる左車輪速と前記右車輪速センサによる右車輪速とから推定舵角を算出する推定舵角算出手段と、前記操舵角検出センサの信号と、前記推定舵角算出手段による推定舵角との間の位相差を考慮して前記ハンドル操舵角の中立位置を算出する中立位置算出手段とを備えたものである。

【0003】

また、特開2003-14450（特許文献2）には、左右輪の回転状態をそれぞれ検出する一对の回転センサを用いて、車両の操舵角を推定する車両の操舵角推定装置において、一对の回転センサからの出力に基づいて、左右輪のそれぞれの回転速度を検出する速度検出手段と、前記速度検出手段により検出された左輪の回転速度と右輪の回転速度との回転速度比を算出する速度比演算手段と、前記速度比演算手段により算出された回転速度比に基づいて、車両の操舵角を算出する操舵角演算手段とを有する車両の操舵角推定装置が示されている。

【0004】

更に、非特許文献1では、車輪の運動方程式と車体の運動方程式を求め、車輪速と車速を状態変数としてスリップ率を推定するようになっている。

【特許文献1】特許第2614348号

【特許文献2】特開2003-14450

【非特許文献1】電気学会論文誌D 120巻2号 「電気自動車における車体速度情報不要の新しいタイヤ空転検出法」 平成12年

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載のものでは操舵の中立点を推定するのみで、推定可能範囲が狭いという問題がある。また、推定演算に左右1組の車輪速度のみを利用しているため、正確な推定を行い得ないという問題がある。

【0006】

また、特許文献2の推定装置は、定常状態の判定を前輪2輪の回転速度比と後輪2輪の回転速度比の比較によって行っており、前輪と後輪の旋回半径の違いを正確には反映しておらず、定常判定精度が操舵角によっては正確でない場合がある。そして、1輪スリップしただけで、舵角の推定ができないという欠点がある。

【0007】

更に、非特許文献1に記載のものは、タイヤを駆動するトルクを検出する必要があると共に、モータ駆動であるか、駆動トルクセンサが必要であるという問題がある。

【0008】

本発明は上述のような事情よりなされたものであり、本発明の目的は、定常状態の判定を全操舵角で正確に行い得ると共に、1輪がスリップしているような定常状態でない場合においても、できる限り操舵角の推定を行い得る車両用操舵角推定装置を提供することにある。また、定常状態の判定を全操舵角で正確に行い得ると共に、定常状態でない場合においても、できる限り操舵角の推定を行い得る車両用操舵角推定装置を内蔵した電動パワ

ーステアリング装置を提供することも目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、4輪それぞれに車輪回転速度センサを具備し、前記各車輪回転速度センサからの車輪回転速度に基づいて車両の操舵角を推定する車両用操舵角推定装置に関し、本発明の上記目的は、前後左右2輪ずつの車輪回転速度の関係を比較することによって、前記4輪のスリップを検知することにより達成される。

【0010】

また、本発明の上記目的は、前後左右2輪ずつの組み合わせのうち、2組の一致を確認することで前記4輪のうち1輪がスリップしていても当該車輪を特定し、正しい操舵角を推定することにより、より効果的に達成される。

【発明の効果】

【0011】

本発明の車両用操舵角推定装置によれば、定常状態の各輪旋回半径の比を正確に反映した関係式を用いることで、従来の方法に比べて正確に定常状態の判定を行うことができる。また、スリップしている車輪が1輪の場合、前左右輪、後左右輪、前後左輪、前後右輪の4組の推定舵角を比較することで、スリップしている車輪を特定することができ、それ以外の車輪から正しい推定舵角を選択することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明では図1に示すように、4輪 f_l , f_r , r_l , r_r の各旋回半径を R_{f_l} , R_{f_r} , R_{r_l} , R_{r_r} とし、前輪 f_l , f_r の舵角をそれぞれ α_l , α_r とし、車両の車軸距離を L とし、車幅を E とする。また、前輪車軸中央の旋回半径を R_f とし、後輪車軸中央の旋回半径を R_r とする。そして、各車輪 f_l , f_r , r_l , r_r の車輪速（車輪角速度）として左前輪を ω_{f_l} 、右前輪を ω_{f_r} 、左後輪を ω_{r_l} 、右後輪を ω_{r_r} とすると、車体中心の舵角 α と各車輪速 ω_{f_l} , ω_{f_r} , ω_{r_l} , ω_{r_r} は、以下のような関係を持つことが知られている。

【0013】

【数1】

$$\alpha_{front} = \frac{1}{2} \arcsin \left\{ \frac{4L}{E} \left(\frac{\omega_{f_l} - \omega_{f_r}}{\omega_{f_l} + \omega_{f_r}} \right) \right\}$$

【0014】

【数2】

$$\alpha_{rear} = \arctan \left\{ \frac{2L}{E} \left(\frac{\omega_{r_l} - \omega_{r_r}}{\omega_{r_l} + \omega_{r_r}} \right) \right\}$$

上記数1又は数2のいずれかで、車輪速 ω_{f_l} , ω_{f_r} , ω_{r_l} , ω_{r_r} から舵角 α が一様に求められることになる。つまり、舵角 α を推定することができる。また、左右それぞれの前後輪と、左右それぞれの舵角 α_l , α_r は以下の関係を持つ。

【0015】

【数3】

$$\frac{\omega_{r_l}}{\omega_{f_l}} = \cos \alpha_l$$

【0016】

【数4】

$$\frac{\omega_r}{\omega_f} = \cos \alpha_r$$

前輪車軸中央の舵角 α と、左前輪の舵角 α_l 、右前輪の舵角 α_r との関係は車種により決まってくる。仮に以下の数5及び数6のような関係を持つとすれば、前記数1～数4は共通の舵角 α と車両の車軸距離 L 、車幅 E とで成立することになる。なお、 k_1 は舵角と内輪舵角の比であり、 k_2 は舵角と外輪舵角の比である。

【数5】

$$\begin{aligned} \text{左折のとき、} \quad \alpha_l &= k_1 \cdot \alpha \\ \alpha_r &= k_2 \cdot \alpha \end{aligned}$$

【数6】

$$\begin{aligned} \text{右折のとき、} \quad \alpha_l &= k_2 \cdot \alpha \\ \alpha_r &= k_1 \cdot \alpha \end{aligned}$$

車両が定常状態で旋回できているときは、各車輪速 ω_{fl} , ω_{fr} , ω_{rl} , ω_{rr} は前記数1～数4を全て成立させるが、スリップしている車輪がある場合、成立しない式が生じる。成立しない式はスリップしている車輪を含んだ式であるため、数1～数4の全てを確認することで、スリップ輪を特定することができる（スリップ輪が2輪以上の場合を除く）。例えば後輪と右前輪の関係が正しい場合、図3に示すように左前輪のみがスリップしていると判定できる。車輪は1輪からスリップし始めるのがほとんどであるから、本発明は最初にスリップした車輪を特定するには十分な方法である。

【0017】

図4及び図5に推定演算のフローチャートを示し、本発明を説明する。なお、本発明では、4輪全てに車輪の回転速度を検出する車輪回転速度センサを装備した車両とする。

【0018】

車両が所定速度 v_0 に加速されるまで（ステップS1）、条件を満たすまでの全継続時間をクリアする動作を繰返した後（ステップS2）、車輪が所定速度 v_0 に達したとき、車輪の回転速度 ω_{fl} , ω_{fr} , ω_{rl} , ω_{rr} を車輪回転速度センサから読出す（ステップS3）。そして、前輪の車輪回転速度 ω_{fl} 及び ω_{fr} 、後輪の車輪回転速度 ω_{rl} 及び ω_{rr} を用いて、数1及び数2からそれぞれの推定舵角 α_{front} 、 α_{rear} を算出する（ステップS4）。

【0019】

これら推定舵角 α_{front} 、 α_{rear} から左右車輪のどちらが内輪又は外輪になっているかを判定し、予め設定された舵角と内輪舵角の比 k_1 、舵角と外輪舵角の比 k_2 を乗じて、左輪の舵角 α_l 及び右輪の舵角 α_r をそれぞれ推定し、更にそれらの余弦値を算出する（ステップS5、前輪から $\cos \alpha_{fl}$ 、 $\cos \alpha_{fr}$ 、後輪から $\cos \alpha_{rl}$ 、 $\cos \alpha_{rr}$ ）。なお、内外輪舵角の推定は、右折左折の判定と係数（ k_1 , k_2 ）の乗算でなくても、舵角に対するデータテーブルを予め用意しておき、そのデータテーブルから推定しても良い。また、前輪車軸中央の舵角 α から直接内外輪の余弦値を求めるデータテーブルを利用するようにしても良い。

【0020】

左右前後の車輪回転速度 ω_{fl} 、 ω_{fr} 、 ω_{rl} 、 ω_{rr} から前後の回転比 $\omega_{rl} / \omega_{fl}$ 、 $\omega_{rr} / \omega_{fr}$ を算出し（ステップS6）、上記で求めた余弦値 $\cos \alpha_{fl}$ 、 $\cos \alpha_{fr}$ 、 $\cos \alpha_{rl}$ 、 $\cos \alpha_{rr}$ と大小比較する（ステップS7）。即ち、下記数7を演算する。 x は左の l 又は右の r を表わす。

【数7】

$$d_x = \cos \alpha_x - \omega_{rx} / \omega_{fx}$$

上記数7で求めた差 d_x の絶対値 $|d_x|$ 、つまり絶対値 $|d_{f1}|$ 、 $|d_{fr}|$ 、 $|d_{r1}|$ 、 $|d_{rr}|$ を求め、これら絶対値 $|d_{f1}|$ 、 $|d_{fr}|$ 、 $|d_{r1}|$ 、 $|d_{rr}|$ のうち先ず後輪の推定舵角と右側車輪速から演算された余弦値の誤差の絶対値 $|d_{rr}|$ が、予め設定された設定値 d_0 以下であるか否かを判定する(ステップS10)。絶対値 $|d_{rr}|$ が設定値 d_0 以下であれば、条件(誤差小)を満たしているとして d_{rr} 用のタイマをカウントアップし(ステップS11)、絶対値 $|d_{rr}|$ が設定値 d_0 よりも大きい場合は、条件を満たしていないとして d_{rr} 用のタイマをクリアし(ステップS12)、次の動作に移行する。

【0021】

即ち、後輪の推定舵角と左側車輪速から演算された余弦値の誤差の絶対値 $|d_{r1}|$ が、予め設定された設定値 d_0 以下であるか否かを判定する(ステップS13)。絶対値 $|d_{r1}|$ が設定値 d_0 以下であれば、条件(誤差小)を満たしているとして d_{r1} 用のタイマをカウントアップし(ステップS14)、絶対値 $|d_{r1}|$ が設定値 d_0 よりも大きい場合は、条件を満たしていないとして d_{r1} 用のタイマをクリアし(ステップS15)、次の動作に移行する。

【0022】

即ち、前輪の推定舵角と右側車輪速から演算された余弦値の誤差の絶対値 $|d_{fr}|$ が、予め設定された設定値 d_0 以下であるか否かを判定する(ステップS20)。絶対値 $|d_{fr}|$ が設定値 d_0 以下であれば、条件(誤差小)を満たしているとして d_{fr} 用のタイマをカウントアップし(ステップS21)、絶対値 $|d_{fr}|$ が設定値 d_0 よりも大きい場合は、条件を満たしているとして d_{fr} 用のタイマをクリアし(ステップS22)、次の動作に移行する。

【0023】

即ち、前輪の推定舵角と右側車輪速から演算された余弦値の誤差の絶対値 $|d_{f1}|$ が、予め設定された設定値 d_0 以下であるか否かを判定する(ステップS23)。絶対値 $|d_{f1}|$ が設定値 d_0 以下であれば、条件(誤差小)を満たしているとして d_{f1} 用のタイマをカウントアップし(ステップS24)、絶対値 $|d_{f1}|$ が設定値 d_0 よりも大きい場合は、条件を満たしていないとして d_{f1} 用のタイマをクリアし(ステップS25)、次の各継続時間処理に移行する。

【0024】

なお、図4及び図5のフローチャートのモジュールは一定周期で繰返されるようになっており、継続して条件を満たしていれば、それぞれのタイマはカウントアップされ続け、条件を満たさない回があれば、直ちに0にクリアされる。

【0025】

先ず d_{rr} 継続時間又は d_{r1} 継続時間が所定時間 t 以上であるか否かを判定し(ステップS26)、 d_{rr} 継続時間又は d_{r1} 継続時間が所定時間 t 以上であれば推定舵角を α_{rear} として終了し(ステップS27)、 d_{rr} 継続時間又は d_{r1} 継続時間が所定時間 t よりも小さければ、更に d_{fr} 継続時間又は d_{f1} 継続時間が所定時間 t 以上であるか否かを判定し(ステップS28)、 d_{fr} 継続時間又は d_{f1} 継続時間が所定時間 t 以上であれば推定舵角を α_{front} として終了する(ステップS29)。 d_{rr} 継続時間又は d_{r1} 継続時間が所定時間 t よりも小さければ、上記ステップS1にリターンして上記動作を繰返す。

【0026】

上述のように、左右前後の車輪回転速度 ω_{f1} 、 ω_{fr} 、 ω_{r1} 、 ω_{rr} から前後の回転比 ω_{r1}/ω_{f1} 、 ω_{rr}/ω_{fr} を算出し、 $\cos \alpha_{f1}$ 、 $\cos \alpha_{fr}$ 、 $\cos \alpha_{r1}$ 、 $\cos \alpha_{rr}$ と比較し、その差の絶対値 $|d_{f1}|$ 、 $|d_{fr}|$ 、 $|d_{r1}|$ 、 $|d_{rr}|$ が所定時間 t の間、予め設定された設定値 d_0 より小さければ、その組み合わせ(d_{f1} なら前輪と左輪)はスリップしていない定常状態と判定する。絶対値 $|d_{r1}|$ 、 $|d_{rr}|$ のどちらかが定常状態と判定されれば、数2(後輪)で得られた値を舵角推定値として採用し、 $|d_{r1}|$ 、 $|d_{rr}|$ のどちらもスリップと判定され、 $|d_{f1}|$ 、 $|d_{fr}|$ のどちらかが定常判定

されれば、数1（前輪）で得られた値を舵角推定値として採用する。

【0027】

なお、上述の例では右後輪、左後輪、右前輪、左前輪の順に判定しているが、その順番は任意である。

【産業上の利用可能性】

【0028】

本発明の車両用操舵角推定装置は、定常状態の判定を全操舵角について正確に行うことができるので、自動車等の車両に最適に適用できる。また、定常状態でない場合でも、できる限り操舵角の推定を行うことができるので、車両装置に有効である。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の原理を説明するための図である。

【図2】舵角を説明するための図である。

【図3】スリップ車輪を示す図である。

【図4】本発明の動作例を示すフローチャートの一部である。

【図5】本発明の動作例を示すフローチャートの一部である。

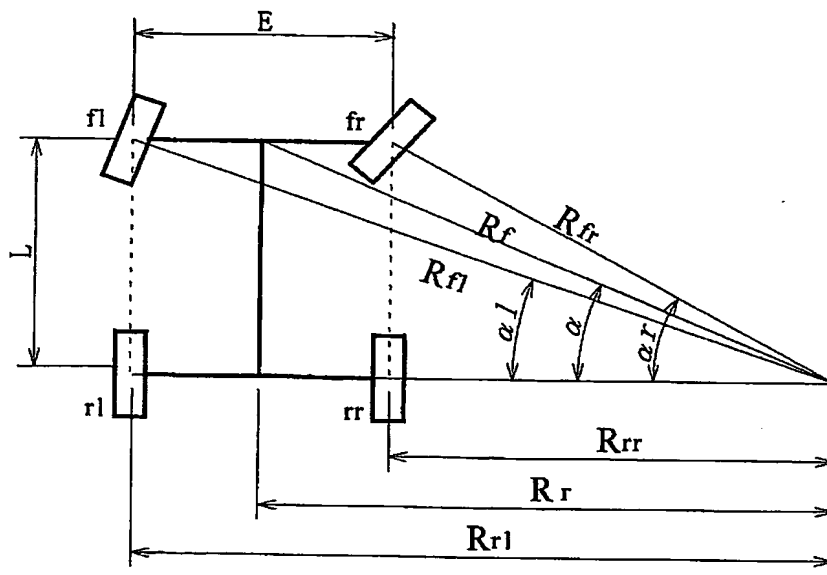
【符号の説明】

【0030】

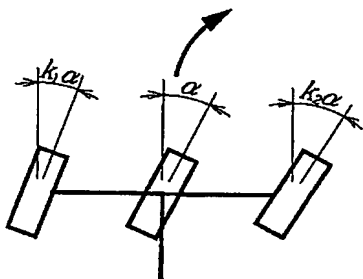
| | |
|---------|------|
| f l、f r | 前輪 |
| r l、r r | 後輪 |
| L | 車軸距離 |
| E | 車幅 |

【書類名】 図面

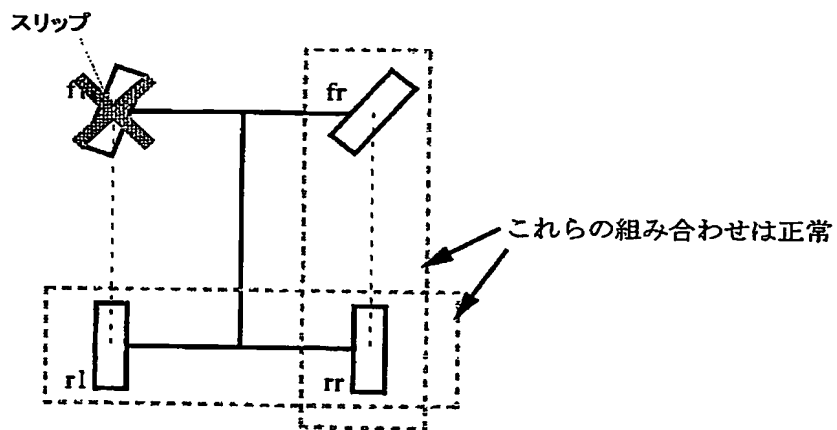
【図 1】



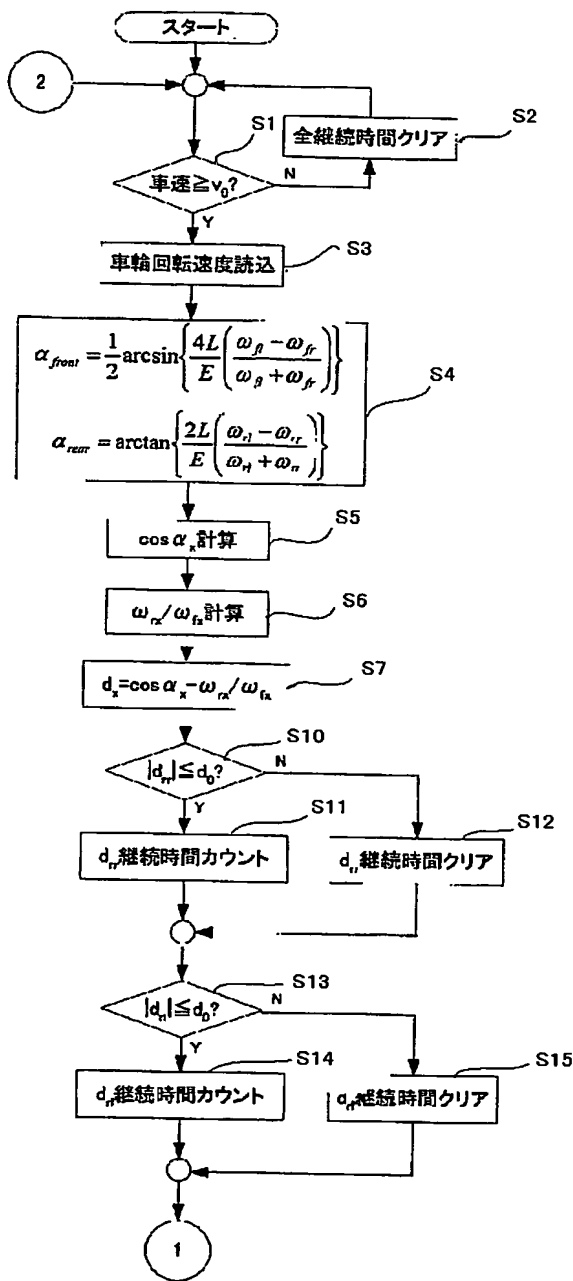
【図 2】



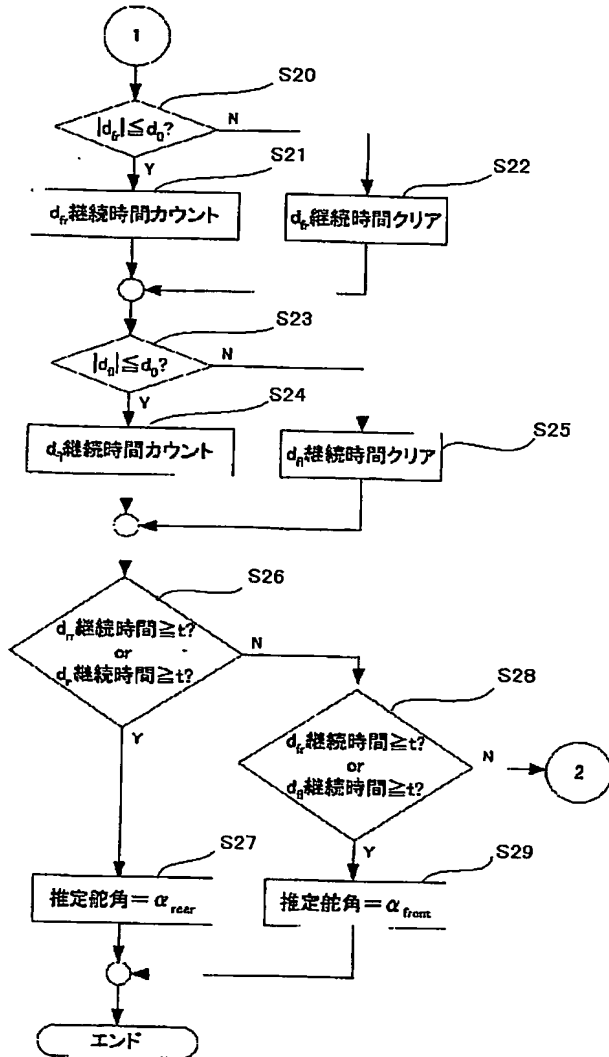
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 定常状態の判定を全操舵角で正確に行い得ると共に、定常状態でない場合においても、できる限り舵角推定を行い得る車両用操舵角推定装置を提供する。

【解決手段】 4輪それぞれに車輪回転速度センサを具備し、前記各車輪回転速度センサからの車輪回転速度に基づいて車両の操舵角を推定する車両用操舵角推定装置において、前後左右2輪ずつの車輪回転速度の関係を比較することによって、前記4輪のスリップを検知する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

| | |
|---------|----------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2003-332625 |
| 受付番号 | 50301575435 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第一担当上席 0090 |
| 作成日 | 平成15年 9月29日 |

<認定情報・付加情報>

【提出日】

平成15年 9月25日

特願 2 0 0 3 - 3 3 2 6 2 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 0 4]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号

氏 名

日本精工株式会社

特願 2 0 0 3 - 3 3 2 6 2 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 0 2 0 6 6 6 2 9]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 1 月 2 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号

氏 名

N S K ステアリングシステムズ株式会社